

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.C1⁷ H01L31/04, H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.C1⁷ H01L31, 33

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-162434 A (Hitachi, Ltd.), 20 June, 1997 (20.06.97), (Family: none)	1-14
Y	JP 2000-22184 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 21 January, 2000 (21.01.00), (Family: none)	1-14
A	WO 03/17383 A (Takesuke NAKATA), 27 February, 2003 (27.02.03), & TW 530326 B	1-14
A	WO 01/99202 A (Ball Semiconductor, Inc.), 27 December, 2001 (27.12.01), & US 6355873 B	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
08 January, 2004 (08.01.04)

Date of mailing of the international search report
27 January, 2004 (27.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP03/13666**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-168369 A (Takasuke NAKATA), 22 June, 2001 (22.06.01), (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' H01L31/04, H01L33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' H01L31, 33

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 9-162434 A (株式会社日立製作所) 1997.06.20 (ファミリーなし)	1-14
Y	JP 2000-22184 A (日本電信電話株式会社) 2000.01.21 (ファミリーなし)	1-14
A	WO 03/17383 A (中田 仗祐) 2003.02.27 & TW 530326 B	1-14

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.01.04

国際調査報告の発送日

27.1.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

浜田 聖司



2K 9207

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C(続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 01/99202 A (Ball Semiconductor, Inc.) 2001.12.27 & US 6355873 B	1-14
A	JP 2001-168369 A (中田 仗祐) 2001.06.22 (ファミリーなし)	1-14

明 細 書

受光又は発光モジュールシート及びその製造方法

5 技術分野

本発明は、受光又は発光モジュールシート及びその製造方法に関し、特に、球状素子に電気的に接続された導電線と、導電線を固定する為の絶縁性の張力線材とが網目状に織られた受光又は発光モジュールシートに関するものである。

10 背景技術

現在、一般的に実用化されている太陽電池は、平面状の半導体ウェハーに不純物を拡散するなどして平面状の p n 接合が形成されている。このように構成された太陽電池は、受光面に垂直に光が入射した場合には出力が最大となるが、受光面に対する光の入射角が傾くに従って出力が低下する。従って、このような太陽電池は、指向特性が強く、常に光を効率的に利用しているとは言い難く、また、半導体結晶のインゴットをスライシングしてウェハーにするため、切しろなどの加工ロスが大きく、製造コストの増大に繋がっている。

このため、高純度金属シリコン原料を融かして滴下させて粒状の p 形結晶を製造し、この p 形結晶に n 形の不純物を拡散し、球面状の p n 接合を形成した太陽電池素子とこの太陽電池素子をアルミニウム箔により接続した太陽電池モジュールが米国特許 4 5 8 1 1 0 3 号において開示されている。この太陽電池モジュールは、その球状の太陽電池素子をモジュール化する前から独立した電極が形成されているのではなく、1 枚のアルミニウム箔に形成された孔に太陽電池素子を機械的に圧入して n 形表面と電気的に接続し、次に孔から下方に突出した太陽電池素子の n 形層の表面の一部をエッチングなどにより除去し、コアである p 形シリコンを露出させ、この p 形シリコンと別のアルミニウム箔の表面を接触させて正電極が形成されている。この接続を多数の p n 接合を有する太陽電池素子について行うことで、2 枚のアルミニウム箔により複数の太陽電池素子が電極形成と太

陽電池素子間の並列接続が行われてモジュール化される。このように太陽電池モジュールを構成すると、2枚のアルミニウム箔により接合電極形成と並列接続が同時に行える特長があるが、n形層とアルミニウム箔とを接続した後p形領域を露出させてるので、個々の太陽電池素子の特性や良否判断が困難である。また、こ
5 のように構成すると、並列接続に限定されるので、出力電圧を上げるには別の太陽電池モジュールと結線しなければならない。太陽電池素子の直径を小さくすると、2枚のアルミニウム箔間の間隔が短くなり、アルミニウム箔同士を絶縁することが難しくなり、製造工程が複雑化する。正負の電極の位置が、太陽電池素子の中心より下方、即ち、両電極が非対称な位置に形成されているので、正負の両
10 電極間に流れる電流が電極距離の短い所に偏り、光電変換効率を十分に上げることができないなどの欠点があるだけでなく、アルミニウム箔により光が遮られて、受光面がアルミニウム箔よりも上方に限定されるため、全方向の光を受光できず、出力を向上させることができないといった欠点がある。

日本国公報の特開平9-162434号公報には、縦に延びる線状の導体線材
15 と、横に延びるガラス纖維とが織り込まれて形成されたガラス纖維布により複数の球状の太陽電池素子が支持されたシート状の太陽電池が開示されている。この太陽電池においては、太陽電池素子を導体線材により支持することで、導体線材間の絶縁を簡単にしている。

しかし、上述した特開平9-162434号公報に記載の太陽電池に設けられる太陽電池素子においても、n形層と負極導体線材が接続された後、全周がn形層で覆われたp形領域が露出され、正極導体線材とp形領域とが接続される。導体線材と太陽電池素子とが接続される前には、n形層のみが外部に露出しているため、接続する前に個々の太陽電池素子を検査することができず、上述した引用文献と同様の問題が生じる。また、p形領域と接続された正極導体線材は、n形層とも接続されているため、光を照射しつつ電気化学的にエッチングし、p n接合分離することで、正極導体線材をp形領域のみと接続させているが、各太陽電池素子においてエッチングの進行速度が異なるため、確実に全ての太陽電池素子においてp n接合分離を行うことは困難である。

この公報の太陽電池素子においても、中心に対して非対称な位置で正極導体及び負極導体と接続されているため、上述した引用文献と同様の問題が生じる。更に、この問題は、太陽電池素子を球状の発光ダイオードに置き換えたときにも、導体線材間の狭い領域でのみしか発光しないため、全方向へ光を出射することができず、球状の発光ダイオードの利点がなくなるといった問題となる。

そこで本願の出願人は、国際公開公報WO 98 / 15983号公報に示すように、太陽電池素子や発光デバイスである複数の球状素子と、この球状素子を接続した受光又は発光モジュールシートを提案している。この球状素子は、球状の p 形（又は n 形）の単結晶半導体（シリコンなど）と、その単結晶半導体の表面近傍に形成された n 形（又は p 形）の拡散層と、ほぼ球面状の p n 接合と、球状の単結晶半導体の中心を挟んで対向する位置に設けられた 1 対の正負の電極とを備えている。これら多数の球状素子を複数行複数列のマトリックス状に配設し、これらを直列又は並列接続することで、受光又は発光モジュールシートを構成している。

これらの球状素子には、その中心を挟んで対向する位置に電極が設けられているため、隣接する球状素子の正電極と負電極とを直接接触するように配列することで、複数の球状素子を直列接続することは簡単であるが、各球状素子を並列接続することは簡単ではない。

この問題を改善するために、本願の出願人は、国際公開公報WO 03 / 017382号公報において平行に配設された 2 本の導電線により、電極の向きを揃えて配設された球状素子の正負の電極を挟み込むようにして並列接続して球状素子列を形成し、更に、隣接する球状素子列の導電線を接続することで、球状素子列を直列接続している。

しかし、この受光又は発光モジュールシートにおいては、導電線の長さ方向の引っ張り強度は強いが、その垂直方向には非常に弱いといった問題があり、球状素子と導電線との接続を簡単にして、生産性を向上させる必要がある。

本発明の目的は、良品の球状素子のみで構成可能な受光又は発光モジュールシートを提供すること、引っ張り強度に強い受光又は発光モジュールシートを提供

すること、球状素子による光電変換又は電光変換の効率が高い受光又は発光モジュールシートを提供すること、製造が容易な受光又は発光モジュールシートを提供すること、である。その他の本発明の目的は、本発明の効果の記載及び実施の形態の記載からも判るであろう。

5

発明の開示

本発明に係る受光又は発光モジュールシートは、受光又は発光機能のある複数の球状素子であって、各々がほぼ球面状の p n 接合と p n 接合の両極に夫々接続されて球状素子の両端に位置する正負の導電線接続部とを有し且つ極性を揃えてマトリックス状に配置された複数の球状素子と、複数列の各々について各列の複数の球状素子の正負の導電線接続部を介して各列の複数の球状素子を電気的に並列接続する平行に配置された複数の導電線と、球状素子の行と行の間に複数の導電線と直交状に配置され、複数の導電線を固定する為に複数の導電線と網目状に織られた絶縁性の複数の張力線材とを備えている。

この受光モジュールシートである場合、光の入射方向に関係なく、光が受光モジュールシートに入射し、この光が極性を揃えてマトリックス状に配置された複数の球状素子に照射すると、球状素子に形成されたほぼ球面状の p n 接合で光が受光され、球状素子の受光機能によって電気エネルギーに変換される。その電気エネルギーは、 p n 接合の両極に接続されて球状素子の両端に位置する正負の導電線接続部を介して外部へ出力される。発光モジュールシートである場合、導電線から導電線接続部を介して球状素子に供給された電気エネルギーが、球状素子の p n 接合により光エネルギーに変換され、この光を外部に出射する。

球状素子が p n 接合の両極に接続された正負の導電線接続部を有するので、受光又は発光モジュールシートに球状素子を組み込む前に球状素子を検査することができ、その結果、良品の球状素子のみを受光又は発光モジュールシートに組み込むことができ、高品質のものを安定して製造することができる。また、組み込む前に球状素子に正負の導電線接続部を形成することで、導電線接続部と導電線との接続が簡単になり、製造工程が簡単になる。

列方向に延びる複数の導電線と行方向に延びる複数の絶縁性の張力線材が網目状に織られているため、強度に優れる。球状素子の正負の導電接続部が、ほぼ球面状の p-n 接合に接続され且つ球状素子の両端にあるため、p-n 接合の全域を有効に活用し、電力や光の発生の効率を高めることができる。

- 5 ここで、以上の構成に加えて、次のような構成を適宜採用することもできる。
- (1) 前記各球状素子において前記正負の導線接続部は球状素子の中心を挟んで対向状に位置する。
 - (2) 前記複数の球状素子を複数の導電線および複数の張力線材と共に埋め込み状態に収容する透明合成樹脂又は透明ガラス製のシール部材を設ける。
 - 10 (3) 前記各球状素子がフォトダイオード素子又は太陽電池素子である。
 - (4) 前記各球状素子が、発光ダイオード素子である。
 - (5) 前記導電線は、半田と導電性合成樹脂と合金化金属のうちから選択される何れか 1 つを用いて正負の導線接続部に接続されたものである。
 - 15 (6) 前記導電性線材の少なくとも一部が露出するように、シール部材に埋め込まれているものである。
 - (7) 前記球状素子の列と列の間に導電線と平行に導電線に織られた絶縁性の張力線材を備えたものである。
 - (8) 前記シール部材は、透明合成樹脂材料を用いてフレキシブルな部材に構成されたものである。
 - 20 (9) 前記シール部材の光の入射側と反対側の面に入射側から入射した光を反射する反射膜を構成する。
 - (10) 前記シール部材は、複数の球状素子を埋め込み状態に収容する柔軟性のある透明なクッション層と、このクッション層の両面に接合された透明な表面層からなる。
 - 25 (11) 前記シール部材は、球状素子により吸収できない熱線を選択的に反射する高分子材料で構成された熱反射膜を有する。
 - (12) 前記複数の球状素子を並列した導電線を、複数列直列接続する直列接続手段を有する。

本発明に係る受光又は発光モジュールシートの製造方法は、マトリックス状に配設された受光又は発光機能のある複数の球状素子と、各列の複数の球状素子を電気的に並列接続する導電線と、導電線を固定する為に導電線と網目状に織られた絶縁性の張力線材とを備えた受光又は発光モジュールシートの製造方法において、正負の導電線接続部を有する球状素子を製造する球状素子製造工程と、導電線に流れる電流によるジュール熱により球状素子と導電線とを接続するための接合部材を融かして、球状素子と導電線とを接合部材により接続する接続工程とを備えたものである。

この受光又は発光モジュールシートの製造方法によると、まず、球状素子製造工程において正負の導電線接続部を有する複数の球状素子が製造され、次に、接続工程において、導電線に流れる電流により融けた接合部材によってマトリックス状に配列された各列の複数の球状素子と導電線が並列接続される。

従って、この導電線接続部を介して球状素子が良品か不良品かの検査を行うことができ、不良品の球状素子が受光又は発光モジュールシートに組み込まれることを防ぐことができる。組み込む前に球状素子に正負の導電線接続部を形成することで、導電線接続部と導電線との接続が確実に且つ簡単になり、製造工程が簡単になる。また、導電線に流れる電流によって接合部材が融かされて、導電線と球状素子が接続されるので、熱効率がよく、容易に接続することができ、省エネルギー化及び製造工程が簡単になる。

20

図面の簡単な説明

図1は本発明の実施形態に係る受光モジュールシートの平面図であり、図2は受光モジュールシートの部分拡大平面図であり、図3は太陽電池素子の拡大断面図であり、図4は図2の矢印IVから観た矢視図であり、図5は図2の矢印Vから観た矢視図であり、図6は図2のVI-VI 線断面図であり、図7は受光モジュールシートに含まれる太陽電池モジュールの等価回路図であり、図8は太陽電池素子を製造する各段階における太陽電池素子を示す図であり、図9は太陽電池素子と導電線とを位置決め治具を用いて電気的に接続する工程を説明する説明図であり、

図10は変更形態に係る受光モジュールシートの部分拡大平面図であり、図11は変更形態に係るシール部材を組み込んだ受光モジュールシートの要部の縦断面図であり、図12は変更形態に係るシール部材を組み込んだ受光モジュールシートの要部の縦断面図であり、図13は変更形態に係る受光モジュールシートの部分拡大平面図である。

発明を実施するための最良の形態

次に、本発明を実施するための最良の形態について説明する。

この実施の形態は、複数行複数列のマトリックス状に球状の太陽電池素子が配設された受光モジュールシート（太陽電池モジュールシート）に本発明を適用した場合の一例である。

図1、図2に示すように、この受光モジュールシート1は、多数の太陽電池素子2（球状素子に相当する）と、網目状部材3（導電線混織ガラスクロス）、シール部材4などを有する。

本願出願人の出願に係る国際公開公報WO 98/15983及びWO 03/036731などに太陽電池素子2と略同様の構成の太陽電池素子が開示されているので、ここでは簡単に説明する。

図1、図2に示すように、多数の太陽電池素子2は、光エネルギーを電気エネルギーに変換する受光機能を有し、極性を揃えてマトリックス状に配置されている。例えば、1ワットの発電出力当たり約2000個の太陽電池素子2が用いられる。

図3に示すように、各太陽電池素子2は、抵抗率が0.3～1Ωm程度のp形シリコン単結晶からなる直径が約0.6～2.0mmの球状結晶10を素材として形成される。この球状結晶10の一端部には、平坦面11が形成されている。平坦面11を除く球状結晶10の表面部の略全域に亘ってリン（P）が拡散されたn⁺形拡散層12（厚さ約0.4～0.5μm）が形成され、このn⁺形拡散層12とp形領域との境界面にはほぼ球面状のpn接合13が形成されている。球状結晶10の直径が約1.0mmの場合、平坦面11の直径は約0.5mmに

形成される。但し、平坦面 1 1 の直径は約 0. 5 mm 以下でもよい。

平坦面 1 1 には、正電極 1 4（導電線接続部に相当する）が設けられ、球状結晶 1 0 の中心を挟んで正電極 1 4 と対向する位置には負電極 1 5（導電線接続部に相当する）が設けられている。正電極 1 4 は、球状結晶 1 0 の p 形領域に接続され、負電極 1 5 は、n+ 形拡散層 1 2 に接続されている。正電極 1 4 はアルミニウムペーストを焼成して形成され、負電極 1 5 は銀ペーストを焼成して形成される。正電極 1 4 と負電極 1 5 を除く全表面には、SiO₂（又はTiO₂）の絶縁膜からなる反射防止膜 1 6（厚さ約 0. 6～0. 7 μm）が形成されている。この太陽電池素子 2 は、受光機能を有し、太陽光を受光して電極 1 4, 1 5 の間に 0. 5～0. 6 V の光起電力を発生する。

図 2, 図 4, 図 5 に示すように、網目状部材 3 は、正極用導電線 2 0 と、負極用導電線 2 1 と、ガラス纖維製の張力線材 2 2 とを有する。導電線 2 0, 2 1 は、ニッケル（4 2 %）と鉄（5 2 %）とクロム（6 %）の合金からなる直径 1 2 0 μm の線材であり、その表面には錫メッキ層（厚さ 2～3 μm）を形成したものである。

図 2 に示すように、両導電線 2 0, 2 1 は、共に列方向に平行に延び、隣接する太陽電池素子 2 の各列の正極用導電線 2 0 と負極用導電線 2 1 との中心線の間隔は約 0. 7 5 m であり、各列の太陽電池素子 2 と隣接する列の太陽電池素子 2 の中心の間隔は約 1. 7 5 mm である。正極用導電線 2 0 は半田ペースト 2 3 を介して正電極 1 4 に電気的に接続され、負極用導電線 2 1 は半田ペースト 2 3 を介して負電極 1 5 に電気的に接続されている。各列の複数の太陽電池素子 2 は、両導電線 2 0, 2 1 によって電気的に並列接続されると共に、全部の列の太陽電池素子 2 が電気的に直列接続される。但し、これについては後述する。

尚、導電線は、上述の構成のものに限定されるものではなく、鉄、鉄（5 8 %）・ニッケル（4 2 %）合金線、他の鉄合金線、銅線、ベリリウム銅線、りん青銅線、他の銅合金線、銀、銀合金線、ニッケル、ニッケル合金線などで構成してもよいし、それらの材料で製作された細線を縒って縒り線で構成してもよく、電気的、機械的、化学的性質などを考慮して適用する。これらの中で、特に

ベリリウム銅線或いはりん青銅線のような線材は、バネ力を有するので、太陽電池素子2との接触を確実に保持することができる。

張力線材22は、各行の太陽電池素子2とそれに隣接する行の太陽電池素子2の間に、導電線20, 21と直交するように行方向に延ばして配置されている。

5 各張力線材22は、7本のガラス繊維(直径約9.0μm)を縫って形成され、これら3本の張力線材22を1組として、ピッチ約1.75mm間隔で各行間に配置されている。各張力線材22は、導電線20, 21を固定するために、両導電線20, 21の間を上下に縫うように織り込まれ、複数の導電線20, 21と複数の張力線材22とが網目状に織られて、網目状部材3が形成されている。

10 図6に示すように、シール部材4は、多数の太陽電池素子2と網目状部材3を保護するために、多数の太陽電池素子2と導電線20, 21と張力線材22とを埋め込み状態に収容するように構成されている。このシール部材4は、絶縁性の透明なポリパラキシレン樹脂を用いて、厚さが約100μmのシート状に形成されている。このポリパラキシレン樹脂は、微細な部分までピンホールが少なく均一にコーティングできる、ガスや水蒸気の透過性が少ない、放射線に対する安定度が高い、屈折率(約1.64)が高い、太陽電池素子2の表面における反射損が少ないと特長がある。従って、このシール部材4は、太陽電池素子2の表面を薄く被う状態に形成することができるので、受光の指向性が広く反射損が少なく、フレキシブルで、軽く、引っ張りや曲げ強度が高く、集採光率が高いなどの利点がある。

20 この受光モジュールシート1によると、光の入射方向に関係なく、光が受光モジュールシート1に入射し、この光が極性を揃えてマトリックス状に配置された複数の太陽電池素子2に照射すると、太陽電池素子2に形成されたほぼ球面状のpn接合13で光が受光され、太陽電池素子2の受光機能によって電気エネルギーに変換される。その電気エネルギーは、pn接合13の両極に接続されて太陽電池素子2の中心を挟んで対向する正負の電極14, 15を介して外部へ出力される。

次に、図7は、受光モジュールシート1に含まれる太陽電池モジュールの等価

回路 3 0 を示すものである。この等価回路 3 0 は、例えば、多数行多数列のマトリックス状に配列された多数の太陽電池素子 2 の各々をダイオード 3 1 に置き換えたものである。この等価回路 3 0 に示すように、各列のダイオード 3 1 (太陽電池素子 2) は正極用導電線 2 0 及び負極用導電線 2 1 によって並列接続され、

5 更に、各列の正極用導電線 2 0 が隣接する列の負極用導電線 2 1 に直列用導電線 3 4 により直列接続されている。1 個の太陽電池素子 2 の出力が 0. 6 V であるとし、行数を m 、列数を n とすると、正極端子 3 2 と負極端子 3 3 との間に約 $n \times 0. 6 V$ の光起電力が発生する。1 個の太陽電池素子 2 で発生する電流を I とすると、正極端子 3 2 から $m \times I$ の電流が外部負荷へ出力される。

10 このように多数の太陽電池素子 2 を一つ一つ直並列接続することで、受光モジュールシート 1 の一部に光が入射せず、一部の太陽電池素子 2 が発電不可能な状態であっても、他の太陽電池素子 2 を経由して電流が流れるため、出力減少の影響を最小限にことができる。

次に、以上説明した受光モジュールシートの製造方法について説明する。

15 最初に、太陽電池素子 2 の製造方法について図 8 に基づいて説明するが、この製造方法については、本出願人が国際公報 WO 98/15983 及び WO 03/036731 に詳細に説明しているので、ここでは簡単に説明する。

まず、溶融状態のシリコンの液滴を定量ずつ自由落下させ、その途中で過冷却による急速凝固によって直径が約 1. 0 mm の p 形の球状単結晶 1 0 を形成し、
20 この球状単結晶 1 0 の一部を機械的に研磨して平坦面 1 1 を形成する (図 8 (a) 参照) 。

次に、球状単結晶 1 0 を、約 1000 °C の水蒸気を含む酸素ガス中で約 40 分間加熱し、厚さが約 0. 3 μ m のシリコン酸化膜 3 5 を形成する (図 8 (b) 参照) 。次に、シリコン酸化膜 3 5 を所望の領域にのみ不純物 (n 形不純物) を熱拡散するマスクとするために、ガラスプレート上に耐酸性のワックスを均一な厚さで溶融し、このワックスの表面に平坦面 1 1 を押し付けて、ワックスを固化させる。次に、バッファエッチ液 (NH₄ HF₂ 水溶液) に浸漬して、固化されたワックスから露出しているシリコン酸化膜 3 5 のみをエッティングして除去し、そ

の後、ガラスプレートから球状単結晶 10 を外して、ワックスを除去する(図 8 (c) 参照)。

次に、球状単結晶 10 を、オキシ三塩化リン(POCl₃)液をバブルさせた窒素キャリアガス中で約 960°C, 3 分間加熱して、シリコン酸化膜 35 が形成されていない球状単結晶 10 の表面にリンシリケートガラス膜 36 を形成し、更に雰囲気ガスを乾燥した酸素へ切り換えて約 980°C, 60 秒間加熱して n 形不純物(リン)を球状単結晶 10 の表面近傍の内部に熱拡散する。このように n 形不純物を熱拡散して、マスクであるシリコン酸化膜 35 で被覆された平坦面 11 とその近傍以外の部位に n⁺ 形拡散層 12 を形成すると共に、この n⁺ 形拡散層 12 と球状単結晶 10 の p 形領域の境界面に p-n 接合 13 を形成する(図 8 (d) 参照)。

次に、平坦面 11 とその近傍に形成されているシリコン酸化膜 35 をバッファエッチ液で除去し、再度、乾燥酸素ガス中で約 800°C, 60 秒間加熱して球状単結晶 10 の全表面にシリコン酸化膜からなりパッシベーション膜でもある反射防止膜 16 を形成する(図 8 (e) 参照)。

次に、正電極 14 を形成するために平坦面 11 にはアルミニウムペースト 37 をドット印刷し、負電極 15 を形成するために球状単結晶 10 の中心を挟んで平坦面 11 と対向する部位の n⁺ 形拡散層 12 の表面には銀ペースト 38 をドット印刷し、この状態の球状単結晶 10 を、窒素ガス中で約 800°C, 60 分間加熱処理し、アルミニウムペースト 37 と銀ペースト 38 が反射防止膜 16 を貫通して、アルミニウムペースト 37 は球状単結晶 10 の p 形領域と、銀ペースト 38 は n⁺ 形拡散層 12 と夫々低抵抗接触(オームックコンタクト)させて、太陽電池素子 2 が完成する(図 3 参照)。

次に、完成した太陽電池素子 2 をソーラシミュレータ光源による光照射の下での電圧-電流特性を測定し、太陽電池素子 2 を良品と不良品とに選別する。

次に、図 9 に示すように、太陽電池素子 2 を位置決めするために所定間隔で位置決め孔 40 が形成された石英製の位置決め治具 41 を用意する。次に、良品と判定された太陽電池素子 2 を電極 14, 15 の向き(電極 14, 15 の極性)を

揃えて位置決め治具41の位置決め孔40に配設する。尚、太陽電池素子2には、平坦面11が形成されているため、正負の電極14, 15を容易に識別でき、電極14, 15の向きを簡単に揃えて配設することができる。

位置決め治具41に配設された太陽電池素子2の水平面上の赤道線は、位置決め治具41の上面と略同じ高さとなる。次に、太陽電池素子2の移動や回転を防ぐために、位置決め孔40内を減圧して太陽電池素子2を位置決め孔40に固定する。尚、位置決め治具41の上面には、半田ペースト23などの接合材と接合されないように、カーボン若しくはボロン窒化膜がコーティングされている。

次に、導電線20, 21と張力線材22が織り込まれた網目状部材3を用意し、網目状部材3の正極用導電線20と正電極14が接続される部位と、負極用導電線21と負電極15が接続される部位に半田ペースト23をドット印刷又はディスペンサー吐出により被着させ、この網目状部材3を位置決め治具41に固定した太陽電池素子2に上方から被せる。次に、押え治具(図示略)により網目状部材3と位置決め治具41の上面に密着させると共に、導電線20, 21に被着された半田ペースト23と電極14, 15とを密着させる。次に、位置決め治具41に多数の太陽電池素子2と網目状部材3を載置した状態で、半田ペースト23に赤外線ランプによる集光ビームを照射して半田ペースト23を融かし、この半田ペースト23により導電線20と電極14を電気的に接続し、導電線21と電極15を電気的に接続する。次に、半田ペースト23に含まれたフラックスを洗浄除去して乾燥する。

尚、他の接続の方法として、導電線20, 21に電流を流し、半田ペースト23をこの電流によるジュール熱により融かし、半田ペースト23の表面張力と流动性を利用して接続してもよい。或いは、赤外線ランプとジュール熱を併用して半田ペースト23を溶かして接続してもよい。この接続方法によると短時間での接続が可能となる。半田ペースト23の代わりに導電性エポキシ樹脂によって電極14, 15と導電線20, 21を接続してもよい。導電性エポキシ樹脂により接続する場合には、網目状部材3を太陽電池素子2に被せた後、エポキシ樹脂を所望の個所にディスペンサーによって吐出し、その後、オープンなどで導電性エ

ポキシ樹脂を加熱して硬化させればよい。

次に、シール部材4であるポリパラキシレン樹脂の被膜を太陽電池素子2や網目状部材3など受光モジュールシート1の全体に亘って厚さが約100μmで形成する。このシール部材4は、例えば、米国ユニオンカーバイド・アンド・プラスティック社が開発した化学蒸着(CVD)法によるコーティングシステムによって形成すればよい。尚、シール部材4は、ポリパラキシレン樹脂に限定されるものではなく、シリコーン樹脂、ポリ塩化ビニール、ポリエステル(PET)などの透明な樹脂を、液状の状態で吹付けやディッピング法などによって成膜し、硬化することで形成してもよい。このような方法によりシール部材4が受光モジュールシート1に形成されて、受光モジュールシート1が完成する。

次に、以上説明した受光モジュールシート1の作用、効果について説明する。

この受光モジュールシート1によれば、太陽電池素子2が球状結晶10の平坦面11に接続された正電極14と、 n^+ 形拡散層12に接続された負電極15を有するので、受光モジュールシート1に組み込む前に太陽電池素子2をソーラーシミュレーターなどにより検査することができる。従って、受光モジュールシート1には、検査をパスした良品の太陽電池素子2のみを組み込むことができ、高品質の受光モジュールシート1を製造することができる。また、また、組み込む前に太陽電池素子2に正負の電極14, 15を形成することで、電極14, 15と導電線20, 21とを確実に且つ簡単に接続でき、製造工程が簡単になる。

網目状部材3は、列方向に延びる導電線20, 21と行方向に延びる張力線材22とが織り込まれているため、フレキシブルな受光モジュールシート1を実現することができ、強度に優れる受光モジュールシート1を実現することができる。特に、張力線材22を軽いガラス纖維で構成することで、受光モジュールシート1の強度を向上させつつ軽量化を実現することもできる。

太陽電池素子2には、太陽電池素子2の中心を挟んで対向する位置に各電極14, 15が設けられているので、太陽電池素子2内で発生した電流が偏ることなく対称に流れ、抵抗ロスを大幅に削減することができ、太陽電池素子2のpn接合で発電された電力のほぼ全てを出力することができる。しかも、太陽電池素子2

は、球状に形成されているために、全方向からの入射光を受光して発電することができ、その発電した電力を全て出力できるので、発電効率を向上させることができる。受光モジュールシート1は、フレキシブルなシール部材4によって保護されているため、太陽電池素子2や導電線20, 21を破損させることなく、変形させることができる。

尚、太陽電池素子2は、p形の球状単結晶10の表面部にn形の拡散層を形成したものを主体にして構成したが、n形の球状単結晶の表面部にp形の拡散層を形成したものを主体にして構成してもよい。また、太陽電池素子2に用いる半導体はシリコンに限定されるものではなく、GaAs, GaAlAs, InP, InGaAsP, Ge, GaSb, InGaAs, InGaNなどの半導体を適用してもよい。

前記実施形態を部分的に変更する例について簡単に説明する。

1) 変更形態1 (図10参照)

この変更形態においては、電極が形成されていない状態での太陽電池素子を導電線との合金化接合によって接続することで、受光モジュールシート1Aを製造する。以下、この製造方法について説明する。

まず、図8(d)に示す太陽電池素子を製造し、次にシリコン酸化膜35をバッファエッチ液で完全に除去して太陽電池素子2Aを製作する。次に、列方向に延びる正極用導電線20A及び負極用導電線21Aと、行方向に延びる張力線材22が織り込まれた網目状部材3Aを準備する。但し、両導電線20A, 21Aは、シリコンと共に反応が可能なシリコンを1~2%含み直径が約120μmのアルミニウム線からなる。尚、張力線材22は上述した実施形態における張力線材22と同様のものであるため説明を省略する。

次に、前記位置決め治具41と同様の位置決め治具上に多数の太陽電池素子2Aを配列し、その上から網目状部材3Aを被せ、両導電線20A, 21Aと、太陽電池素子2Aの平坦面11(導電線接続部に相当する)及び太陽電池素子2Aの中心を挟んで平坦面11と対向する部位(導電線接続部に相当する)とを接触させる。次に、数%の水素ガスを含む窒素ガスの雰囲気中で、両導電線20A, 21Aに直流パルス大電流を数秒間流してジュークル加熱を行い、太陽電池素子2

Aの平坦面 11 Aと正極用導電線 20 Aを合金化接合により接合すると共に、太陽電池素子 2 Aの中心を挟んで平坦面 11 Aと対向する部位の n⁺ 形拡散層 12 Aと負極用導電線 21 Aとを合金化接合により接合する。尚、この合金化接合により導電線 20 A, 21 Aと太陽電池素子 2 Aの間に形成された合金化領域が電極 14 A, 15 Aとして機能する。尚、この合金化接合は、約 570°C~650°C の範囲で行うことができる。この合金接合においては、パルス電流による、急速加熱及び急速冷却することで、アルミニウムが広がったり、合金化が深く進行することを防いで、良好な低抵抗接触（オーミックコンタクト）を実現することができる。次に、シリコン酸化膜 36 を除去後、CVD 法により太陽電池素子 2 A 10 にシリコン酸化膜又はチタン酸化膜などのパッシベーション膜を形成し、受光モジュールシートの全面に亘ってシール部材 4 を形成して受光モジュールシート 1 Aが完成する。

尚、導電線 20 A, 21 Aとしてアルミニウム線の代わりに、ニッケル(4 2%) と鉄(52%) とクロム(6%) の合金線(直径約 120 μm) を用い、15 この合金線と電極との接合個所にアルミニウム又はシリコン 1~2%を含むアルミニウム合金膜を被着してもよい。このように構成する場合にも、合金線に電流を流して発生するジュール熱により、アルミニウム又はアルミニウム合金膜を融かして、導電線 20 A, 21 Aと太陽電池素子 2 Aを接続することができる。

この合金線は、アルミニウム線に比べ導電率、熱伝導率が低いので、少ない電流で接合することができるとともに、引っ張り強度が向上するといった利点がある。他方、導電線 20 A, 21 Aにアルミニウム線の代わりに銅線を用い、この銅線の接合個所に金・シリコン合金、金・ゲルマニウム合金、金・錫合金などの金合金膜を被着し、導電線 20 A, 21 Aに電流を流して発生するジュール熱によりこれら金合金膜を融かして、導電線 20 A, 21 Aと太陽電池素子 2 Aを接合してもよい。金合金は、アルミニウムよりも低い温度で共晶反応による合金化接合が可能である。

この製造方法によれば、正負の正電極を予め形成する必要がなく、太陽電池素子 2 Aと導電線 20 A, 21 Aの接続を簡単に行うことができるので、生産性を

向上させることができ、製造コストを削減することができる。

2) 変更形態2（図11, 図12参照）

次に、シール部材を変更した変更形態について説明する。

図11に示すように、受光モジュールシート1Bを構成してもよい。この受光
5 モジュールシート1Bにおいては、シール部材4Bが、太陽電池素子2及び網目
状部材3を埋め込み状態に収容する柔軟性のあるクッション層46と、クッショ
ン層46の上下両面に接合された透明な表面層45とを有する。表面層45は、
厚さが約2mmの透明な白板強化ガラス板からなる。

この受光モジュールシート1Bを製造する場合は、表面層45、EVA（エチ
10 レンビニルアセテート）シート、太陽電池素子2が接合された網目状部材3、E
VAシート、表面層45の順に重ね合わせ、これをラミネート装置内で真空排気
しながら加熱することで、EVAシートを融かし、このEVA融液を上下の表面
層45の間に充填してクッション層46とし、太陽電池素子2及び網目状部材3
をクッション層46により固定する。

15 尚、表面層45をポリカーボネイトやアクリルなどの樹脂からなる透明な板部
材で構成することで、受光モジュールシート1Bを低コスト化及び軽量化するこ
とができる。また、クッション層46としてPBV（ポリビニルブチラール）、
アクリル、シリコーンなどの透明な樹脂で構成してもよい。

20 このように太陽電池素子2及び網目状部材3を2つの表面層45によって挟み
込むように構成することで、機械的な衝撃に対する強度を向上させることができ、
シースルー形の受光モジュールシートとして窓ガラスとして利用することができる。

他方、図12に示すように、受光モジュールシート1Cのシール部材4Cを構
成してもよい。この受光モジュールシート1Cのシール部材4Cは、下層からフ
25 レキシブルなPE（ポリエステル）系樹脂フィルム50、アルミニウム蒸着膜5
1、PE系樹脂による多層膜の反射膜52、EVA樹脂からなり太陽電池素子2
及び網目状部材3が埋設される前記クッション層と同様の充填材53、PE系樹
脂層54、熱線反射膜55、PE系樹脂層56からなる。

反射膜 5 2 は、光の入射側と反対側の面に形成され、入射側から入射したが太陽電池素子 2 の間を通り抜けた光を反射及び散乱して、太陽電池素子 2 を照射して、光の利用効率を高め、発電効率を高めるためのものである。熱線反射膜 5 5 は、屈折率の異なる高分子材料が多層化されたものである。熱線反射膜 5 5 は、
5 多層化による干渉作用によって、太陽電池素子 2 により吸収できない熱線（波長1
350 nm 以上）を選択的に反射し、太陽電池素子 2 の温度上昇を減少して光電変換
効率を向上させるものである。従って、受光モジュールシート 1 C の受光面（上面）
10 から入射した光は、まず、熱線反射膜 5 5 によって一部の不要な熱線が反射
され、残りの光の一部が太陽電池素子 2 に受光され、一部が太陽電池素子 2 の間
を通り抜けるが、この通り抜けた光は反射膜 5 2 により反射されて太陽電池素子
2 に受光される。

尚、P E 系樹脂の代わりに、ポリカーボネイト、ポリエチレンフタレート、
フッ素系樹脂などのフレキシブルな合成樹脂で構成してもよい。充填材 5 3 として、E V A 樹脂の代わりにシリコーンやポリビニルブチラール樹脂などを用いて
15 もよい。反射膜 5 2 や熱線反射膜 5 5 は、適宜省略可能であり、その他の各層も
所望の機能に合わせて適宜変更可能である。

3) 変形態 3

受光モジュールシートの製造方法にロールツーロール法を採用してもよい。ロ
ールツーロール法により製造する場合には、網目状部材の幅方向両端部をポリイ
20 ミドフィルムなどの耐熱性樹脂膜で固着し、この耐熱性樹脂膜にスプロケットホ
ールを設け、このスプロケットホールにスプロケットを係合させて、網目状部材
を送り、また、巻き取るように構成すればよい。

4) 変形態 4

上述した実施形態においては、球状素子が太陽電池素子である受光モジュール
25 シートについて説明したが、球状素子は太陽電池素子に限定されるものではなく、
球状のフォトダイオードや発光ダイオードを適用してもよい。尚、これら球状の
フォトダイオードや発光ダイオードについては、上述した太陽電池素子 2 とほぼ
同様の構成であり、その詳細は本願出願人が WO 9 8 / 1 5 9 8 3 号公報におい

て提案しているので説明を省略する。発光ダイオードを有する発光モジュールシートの場合、発光ダイオードに順方向の電流が流れると、p n接合によって電気エネルギーが光エネルギーに変換され、p n接合近傍から結晶や拡散層の材料に応じた波長の光が発生し、外部へ照射する。このように球状の発光ダイオードからなる発光モジュールシートにおいては、光を全方向に照射することができ、また、一部に反射シートを設けることで、所望の方向にのみ光を照射することができる。更に、RGBの3色の発光ダイオードをマトリックス状に配設し、これらの発光ダイオードを制御装置により制御可能に構成することで、発光モジュールシートをカラーディスプレイとすることができます。尚、1色の発光ダイオードにより単色のディスプレイを構成してもよい。フォトダイオードからなる受光モジュールシートにおいては、全方向の光を電気信号に変換することができる。

5) 変更形態5

上述した実施形態においては、全部の列の太陽電池素子を直列接続する例について説明したが、直列接続する列数を変更可能な複数のスイッチを設け、光の強度や必要な電力量によって制御装置により複数のスイッチを切換えるように構成してもよい。

6) 変更形態6

上述した実施形態においては、シール部材を備えているが、シール部材は常に必要な構成ではなく適宜省略可能である。

20 本発明は以上説明した実施の形態に限定されるものではなく、当業者であれば、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、前記実施の形態に種々の変更を付加して実施することができ、本発明はそれらの変更形態をも包含するものである。

7) 変更形態7

張力部材の本数は適宜変更可能である。上述した実施形態では3本の張力線材22を1組として太陽電池素子2の行と行の間に配置したが、張力線材の本数は3本に限らず、所望の構成に応じて、1本又は複数本を1組とし配置してもよい。

張力線材を絶縁性のアラミド繊維などの高強度の合成樹脂やプラスチックで構成してもよい。このように構成することで、更に、受光又は発光モジュールシ

トのフレキシブル性及び引っ張り強度を向上させることができると共に、材料コストを削減することができる。

図13に示す受光モジュールシート1Dのように、絶縁性の張力線材22を導体線と直交する方向のみならず、各太陽電池素子列の間に張力線材22aを配置し、導体線と平行な方向に織り込むように設けててもよい。このように構成することで、導体線が延びる方向の引っ張り強度を向上させることができる。尚、図13においては、実施形態と同様の構成には同様の符号を付して説明を省略する。

8) 変更形態8

上述した実施形態においては、各列に夫々正負の導電線を設けたが、隣接する正極用導電線と負極用導電線を兼用するように1本の導電線で構成してよい。このように構成することで、直列用導電線を省略して構成を簡単にし、列間の間隔を小さくして受光又は発光モジュールシートを小型化することができる。

9) 変更形態9

上述の実施形態においては、球状の太陽電池素子2に平坦面11が形成されていたが、この平坦面11を省略した太陽電池素子を適用してもよい。このように構成する場合には、正負の電極の形状を変え、正負の電極を容易に識別可能に構成することが望ましい。

請求の範囲

1. 受光又は発光機能のある複数の球状素子であって、各々がほぼ球面状の p-n 接合と p-n 接合の両極に夫々接続されて球状素子の両端に位置する正負の導電線接続部とを有し且つ極性を揃えてマトリックス状に配置された複数の球状素子
5 と、

複数列の各々について各列の複数の球状素子の正負の導電線接続部を介して各列の複数の球状素子を電気的に並列接続する平行に配置された複数の導電線と、
球状素子の行と行の間に複数の導電線と直交状に配置され、複数の導電線を固定する為に複数の導電線と網目状に織られた絶縁性の複数の張力線材と、
10 を備えたことを特徴とする受光又は発光モジュールシート。

2. 前記各球状素子において前記正負の導線接続部は球状素子の中心を挟んで対向状に位置することを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の受光又は発光モジュールシート。

15 3. 前記複数の球状素子を複数の導電線および複数の張力線材と共に埋め込み状態に収容する透明合成樹脂又は透明ガラス製のシール部材を設けたことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の受光又は発光モジュールシート。

4. 前記各球状素子がフォトダイオード素子又は太陽電池素子であることを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の受光又は発光モジュールシート。

5. 前記各球状素子が、発光ダイオード素子であることを特徴とする請求の範
20 囲第 2 項に記載の受光又は発光モジュールシート。

6. 前記導電線は、半田と導電性合成樹脂と合金化金属のうちから選択される何れか 1 つを用いて正負の導線接続部に接続されたことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の受光又は発光モジュールシート。

7. 前記導電性線材の少なくとも一部が露出するように、シール部材に埋め込まれていることを特徴とする請求の範囲第 6 項に記載の受光又は発光モジュールシート。
25

8. 前記球状素子の列と列の間に導電線と平行に導電線に織られた絶縁性の張力線材を備えたことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の受光又は発光モジュ

ールシート。

9. 前記シール部材は、透明合成樹脂材料を用いてフレキシブルな部材に構成されたことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の受光又は発光モジュールシート。

5 10. 前記シール部材の光の入射側と反対側の面に入射側から入射した光を反射する反射膜を構成したことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の受光又は発光モジュールシート。

11. 前記シール部材は、複数の球状素子を埋め込み状態に収容する柔軟性のある透明なクッション層と、このクッション層の両面に接合された透明な表面層
10 からなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の受光又は発光モジュールシート。

12. 前記シール部材は、球状素子により吸収できない熱線を選択的に反射する高分子材料で構成された熱反射膜を有することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の受光又は発光モジュールシート。

13. 前記複数の球状素子を並列した導電線を、複数列直列接続する直列接続手段を有することを特徴とする請求の範囲第2項に記載の受光又は発光モジュールシート。

14. マトリックス状に配設された受光又は発光機能のある複数の球状素子と、各列の複数の球状素子を電気的に並列接続する導電線と、導電線を固定する為に導電線と網目状に織られた絶縁性の張力線材とを備えた受光又は発光モジュールシートの製造方法において、
20

正負の導電線接続部を有する球状素子を製造する球状素子製造工程と、導電線に流れる電流によるジュール熱により球状素子と導電線とを接続するための接合部材を融かして、球状素子と導電線とを接合部材により接続する接続工
25 程と、

を備えたことを特徴とする受光又は発光モジュールシート製造方法。

図1

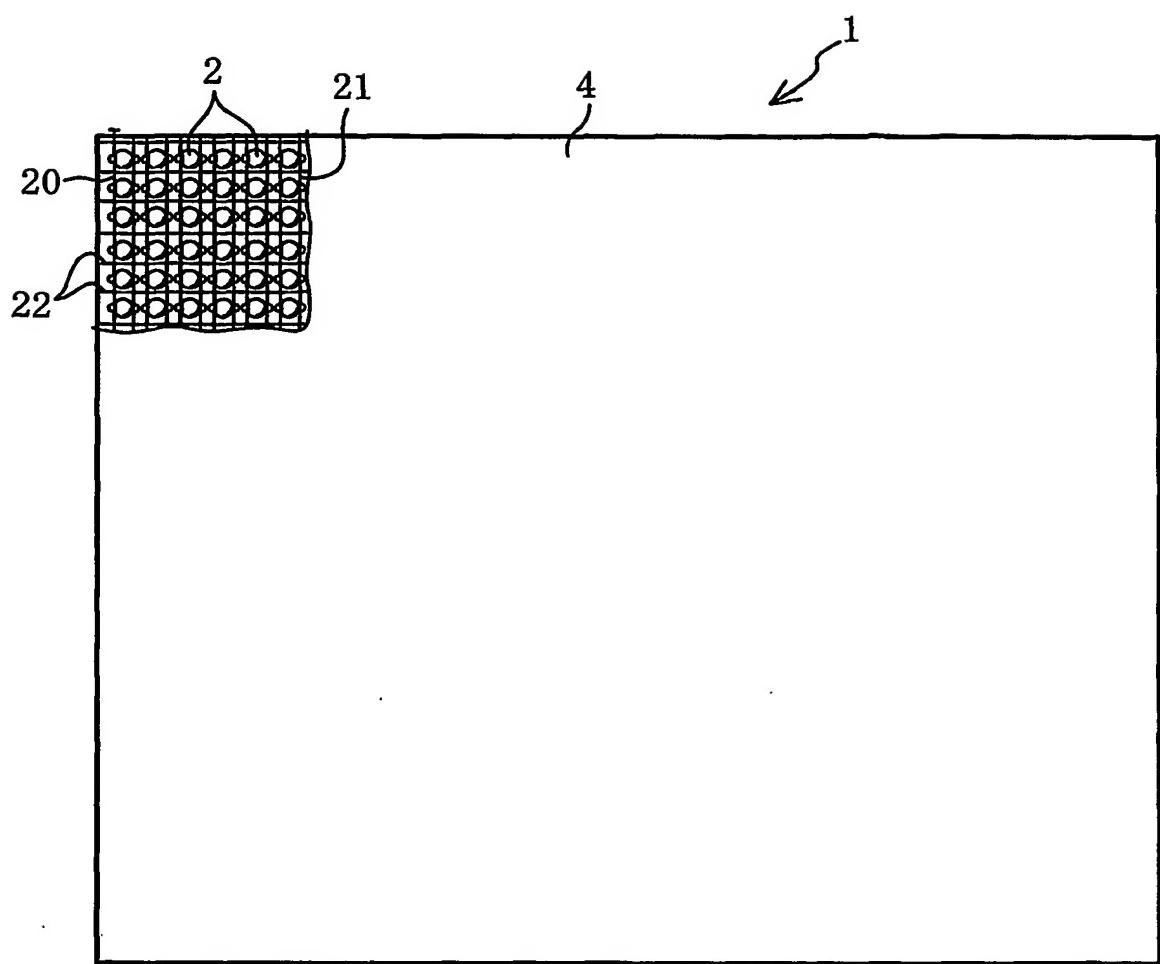


図2

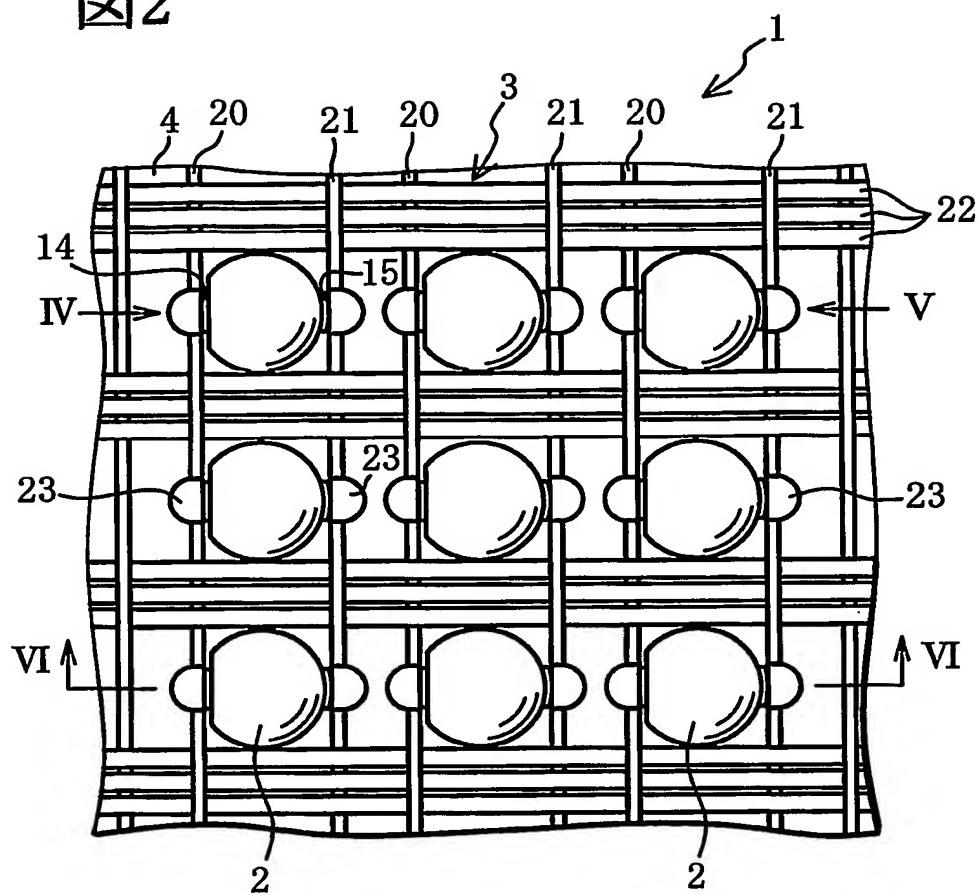


図3

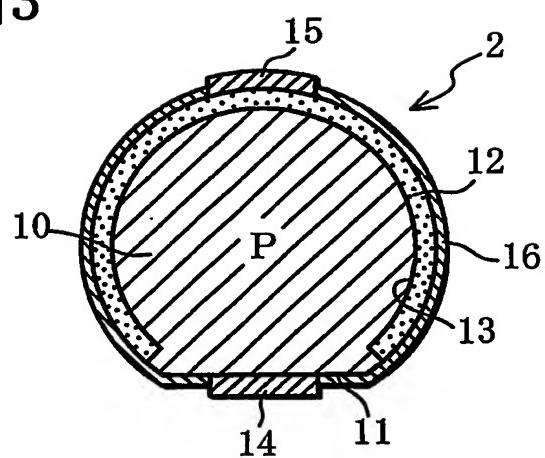


図4

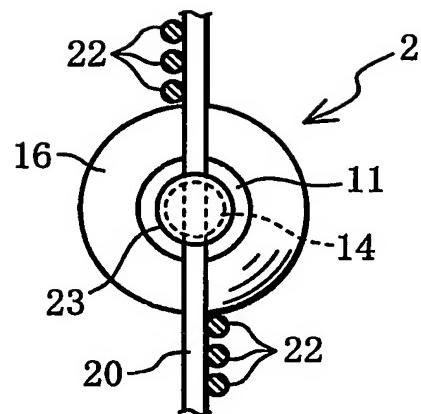


図5

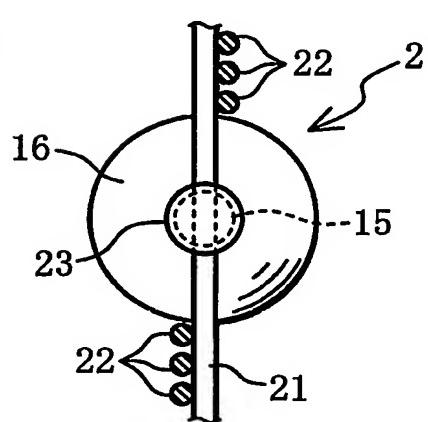


図6

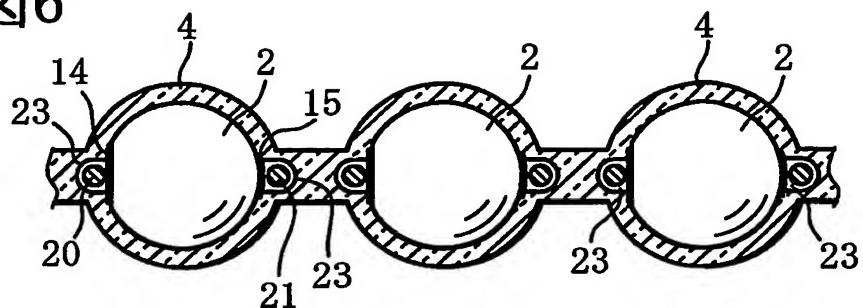


図7

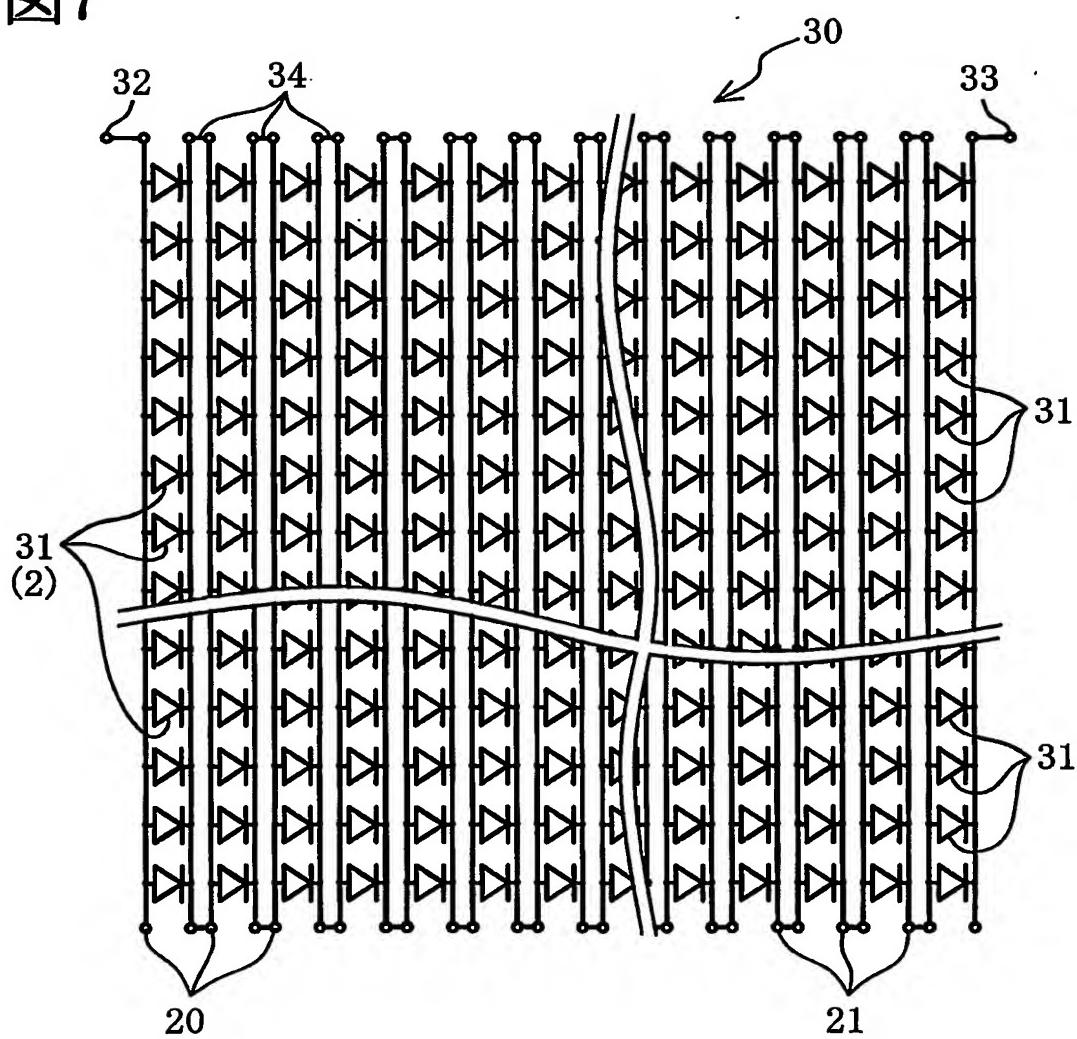


図8

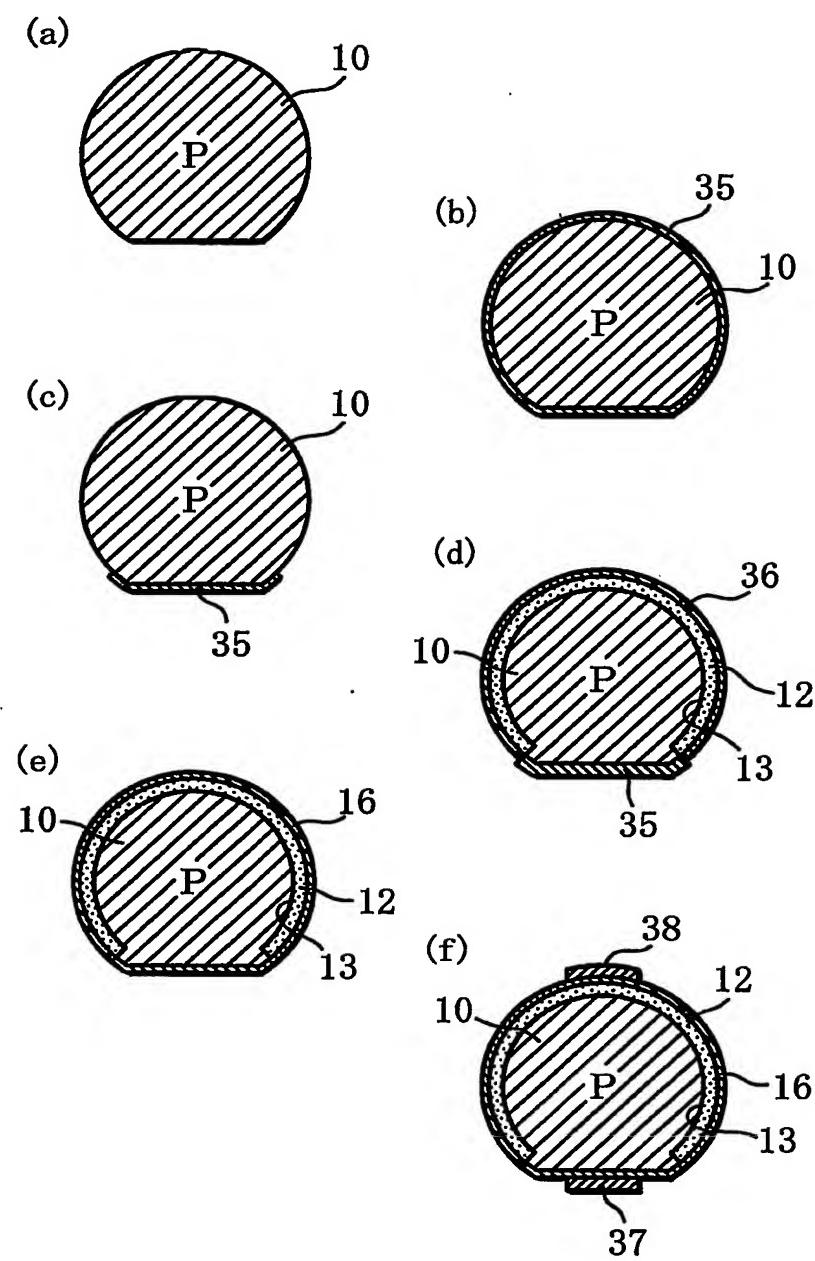


図9

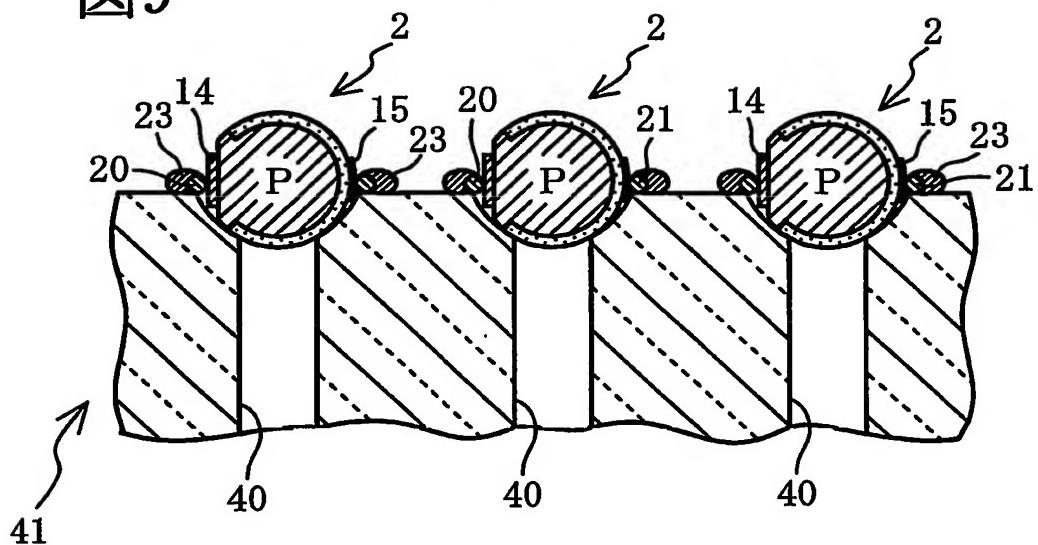


図10

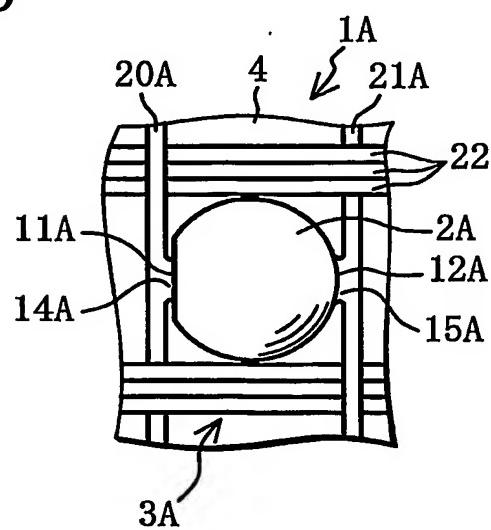


図11

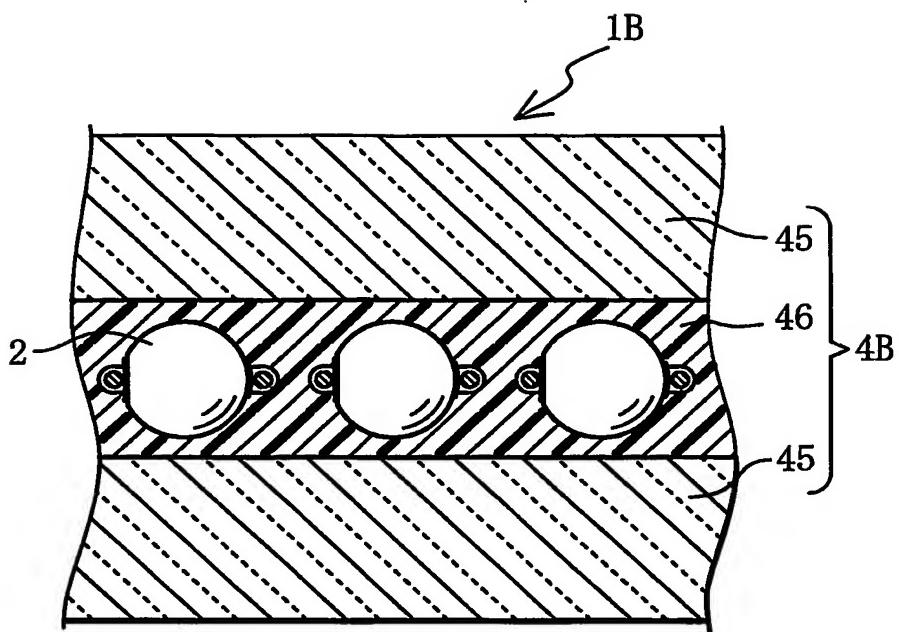


図12

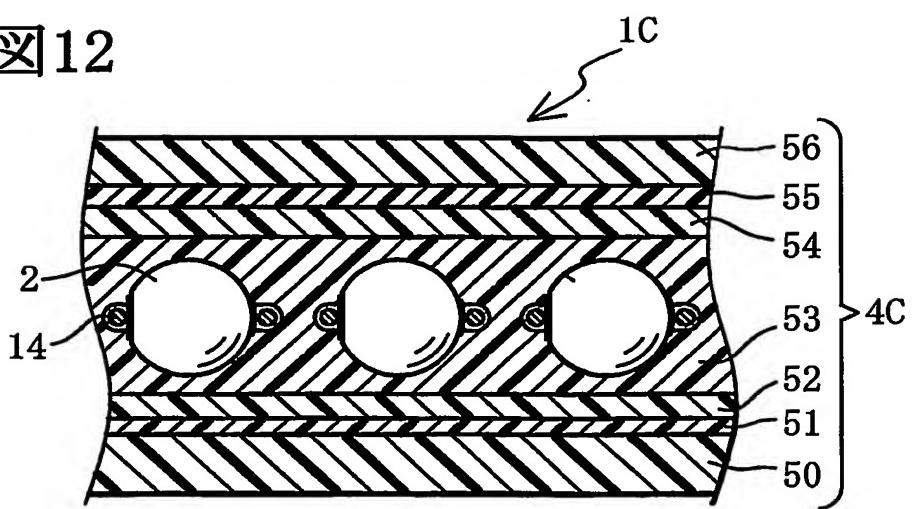


図13

